

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu sumber daya air tersebut harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan generasi mendatang (Nugroho, 2008). Salah satu sumber air yang banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya yaitu sungai. Sungai merupakan ekosistem yang sangat penting bagi manusia. Sungai juga menyediakan air bagi manusia baik untuk berbagai kegiatan seperti pertanian, industri maupun domestik (Siahaan *dkk.*, 2011).

Istilah Daerah Aliran Sungai (DAS) banyak digunakan oleh beberapa ahli dengan makna atau pengertian yang berbeda-beda, ada yang menyamakan dengan catchment area, watershed, atau drainage basin. Menurut Notohadiprawiro (1985) Daerah Aliran Sungai merupakan keseluruhan kawasan pengumpul suatu sistem tunggal, sehingga dapat disamakan dengan catchment area. Martopo (1994), memberi pengertian bahwa, Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah yang dibatasi oleh topografi pemisah air yang terkeringkan oleh sungai atau sistem saling berhubungan sedemikian rupa sehingga semua aliran sungai yang jatuh di dalam akan keluar dari saluran lepas tunggal dari wilayah tersebut. Soemarwoto (1985), mengemukakan batasan DAS adalah suatu daerah yang dibatasi oleh igir-igir gunung yang semua aliran permukaannya mengalir ke suatu sungai utama. Atas dasar definisi tersebut diatas maka Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat diartikan sebagai kesatuan ruang yang terdiri atas unsur abiotik (tanah, air, udara), biotik (vegetasi, binatang dan organisme hidup lainnya) dan kegiatan manusia yang saling berinteraksi dan saling ketergantungan satu sama lain, sehingga merupakan satu kesatuan ekosistem, hal ini berarti bahwa apabila keterkaitan sudah terselenggara maka pengelolaan hutan, tanah, air, masyarakat dan lain – lain harus memperhatikan peranan dari komponen - komponen ekosistem tersebut.

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi lahan dan perhutanan sosial tentang pedoman monitoring dan evaluasi daerah aliran sungai tahun 2009 dijelaskan bahwa tingkat pencemaran air DAS dievaluasi dengan melihat parameter kualitas air atau mutu air dari suatu badan air atau aliran air di sungai. Kondisi kualitas air menurun terjadi jika nilai unsur-unsur sifat fisika, kimia, dan biologi air telah melebihi nilai ambang batas standarnya. Kondisi kualitas air tersebut dipengaruhi oleh jenis penutupan vegetasi, limbah buangan domestik, industri, pengolahan lahan, pola tanam, dan lain-lain.

## **2.2 Pemantauan Kualitas Air**

Kualitas air sungai dipengaruhi oleh kondisi alami sungai maupun kegiatan manusia (Siregar, 2004). Perubahan kondisi kualitas air disebabkan oleh penggunaan lahan, litologi, waktu, curah hujan dan aktivitas manusia yang mengakibatkan pencemaran air sungai, baik fisik, kimia, maupun biologis (Kusuma, 2005). Perubahan kualitas air dapat diketahui dengan pemantauan kualitas air. Oleh sebab itu, pemantauan kualitas air dapat digunakan untuk menjawab permasalahan yang spesifik terkait dengan pengelolaan daerah aliran sungai (Ponce, 1980 dalam Asdak, 1995).

Kualitas air sungai dipengaruhi oleh kualitas pasokan air yang berasal dari daerah tangkapan sedangkan kualitas pasokan air dari daerah tangkapan berkaitan dengan aktivitas manusia yang ada di dalamnya (Wiwoho, 2005). Perubahan kondisi kualitas air pada aliran sungai merupakan dampak dari buangan dari penggunaan lahan yang ada (Tafangenyasha dan Dzinomwa, 2005) Perubahan pola pemanfaatan lahan menjadi lahan pertanian, tegalan dan permukiman serta meningkatnya aktivitas industri akan memberikan dampak terhadap kondisi hidrologis dalam suatu Daerah Aliran Sungai. Selain itu, berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, dan pertanian akan menghasilkan limbah yang memberi sumbangan pada penurunan kualitas air sungai (Suriawiria, 2003).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 Tahun 2001 dijelaskan bahwa pengelolaan kualitas air adalah upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya untuk menjadi agar

kualitas air tetap dalam kondisi alamiahnya. Berikut ini adalah parameter kualitas air yang akan diuji :

a. Suhu

Suhu memegang peranan penting dalam berbagai aktivitas kimia dan fisika perairan. Aktivitas kimia dan fisika sering kali mengalami peningkatan dengan naiknya suhu. Mahida (1986) menyatakan bahwa tingkat oksidasi senyawa organik jauh lebih besar pada suhu tinggi dibanding pada suhu rendah. Suhu air di sungai lebih bervariasi dibanding perairan pantai di sekitarnya. Hal ini dipengaruhi oleh luas permukaan dan volume airnya. Pada sungai yang memiliki volume air yang besar dapat ditemukan suhu vertikal. Kisaran suhu terbesar terdapat pada permukaan perairan dan akan semakin kecil mengikuti kedalaman. Keadaan suhu alami memberikan kesempatan bagi ekosistem untuk berfungsi secara optimum. Banyak kegiatan hewan air dikontrol oleh suhu, misalnya: migrasi, pemangsa, kecepatan berenang, perkembangan embrio dan kecepatan proses metabolisme. Oleh sebab itu, perubahan suhu yang besar pada ekosistem perairan dianggap merugikan (Blume *dkk.*, 2010);

b. TSS ( *Total Suspended Solid*)

*Total suspended solid* atau padatan tersuspensi total (TSS) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 $\mu$ m atau lebih besar dari ukuran partikel koloid (Made, 2013). TSS terdiri dari lumpur, pasir halus dan jasad renik yang sebagian besar disebabkan karena terjadi pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Pengamatan terhadap TSS sering dilakukan untuk mengetahui kualitas air di suatu perairan, karena nilai TSS yang tinggi menunjukkan tingginya tingkat pencemaran dan menghambat penetrasi cahaya kedalam air sehingga mengganggu proses fotosintesis dari biota air. Dinamika TSS yang ada di perairan tidak terlepas dari dinamika tutupan lahan yang terjadi diatasnya, hal ini dapat dilihat dari contoh sederhana bagaimana erosi terjadi akibat adanya konversi hutan dengan tutupan vegetasi rapat menjadi lahan terbuka tanpa vegetasi. Fakta tersebut menunjukkan bahwa TSS merupakan salah satu parameter biofisik perairan yang dinamikannya mencerminkan dinamika perubahan yang terjadi di daratan maupun di perairannya sendiri (Rahayu *dkk.*, 2009);

c. pH

Menurut Rahayu (2010) menyebutkan, pH menunjukkan tingkat keasaman air yang dapat ditunjukkan dengan kertas indikator atau Kertas lakmus. Skala pH berkisar antara 0-14, dengan kisaran sebagai berikut: pH 7: netral pH <7: asam pH >7: basa pH 6,5-8,2 merupakan kondisi optimum untuk makhluk hidup. pH yang terlalu asam atau terlalu basa akan mematikan makhluk hidup. pH dapat berubah antar musim, bahkan antar jam dalam satu hari, sehingga dapat berpengaruh terhadap kondisi perairan. Ph adalah derajat keasaman satu zat, pH normal adalah 6 - 8. Sedangkan untuk air sungai yang masih belum tercemar atau masih alami memiliki rentangan pH antara 6,5 - 8,5. Karena pencemaran pH air sungai dapat menjadi lebih rendah dari 6,5 atau lebih tinggi dari 8,5. Bahan-bahan organik biasanya menyebabkan kondisi air menjadi lebih asam. Tinggi atau rendahnya nilai pH air tergantung pada beberapa faktor yaitu:

- a. Konsentrasi gas-gas dalam air seperti CO<sub>2</sub>
- b. Konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat
- c. Proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan.

Secara alamiah, pH perairan dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan senyawa bersifat asam. Pengaruh pH terhadap kehidupan air dapat dilihat dalam **Tabel 2.1** berikut ini:

**Tabel 2.1** Pengaruh pH Pada Kehidupan Di Air

Kisaran pH	Pengaruh terhadap kehidupan di air
3.0 - 3.5	Sangat kecil kemungkinan ikan dapat bertahan hidup dalam beberapa jam pada kisaran pH ini; hanya beberapa hewan invertebrata dapat Ditemukan pada kisaran pH ini ;
3.5 - 4.0	Akan menyebabkan kematian beberapa jenis ikan ;
4.0 - 4.5	Semua ikan, sebagian besar kodok dan serangga tidak terdapat pada kisaran pH ini ;
4.5 - 5.0	Beberapa jenis serangga tidak terdapat pada kisaran pH ini, dan sebagian besar telur ikan tidak bisa Menetas ;
5.0 - 5.5	Bakteri pengurai tidak dapat hidup. Sampah daun dan batang mulai menumpuk, sehingga menyebabkan siklus kimia terganggu. Plankton mulai hilang, begitu juga dengan siput. Koloni jamur mulai muncul ;
5.5 - 6.0	Pada umumnya bahan metal terperangkap di dalam sedimen dan

	akan menjadi racun dalam air ;
6.0 - 6.5	Udang air tawar tidak terdapat pada kisaran pH ini, akan berbahaya juga bagi ikan kecuali bila kandungan CO <sub>2</sub> bebas dalam air tinggi ;
6.5 - 8.2	Kisaran optimal bagi sebagian besar makhluk hidup ;
8.2 - 9.0	Bahaya langsung bagi ikan tidak ada, tetapi efek tidak langsungnya adalah perubahan kandungan kimia di dalam air ;
9.0 - 10.5	Akan membahayakan beberapa jenis ikan jika berlangsung dalam waktu yang lama ;
10.5 - 11.0	Dalam waktu yang lama akan menyebabkan kematian pada jenis Ikan gurame dan ikan merah ;
11.0 - 11.5	Kematian pada semua jenis ikan.

---

Sumber: Rahayu (2009)

d. Oksigen Terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen terlarut merupakan oksigen yang ada di dalam air berasal dari oksigen di udara dan hasil fotosintesis tumbuhan air yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan hewan dan tumbuhan air. Kandungan oksigen di dalam air lebih sedikit dibandingkan dengan di udara kandungan oksigen pada air yang bergerak lebih banyak dibandingkan dengan air yang tergenang kandungan oksigen berbeda antar musim, bahkan antar jam dalam satu hari, dan berubah sesuai dengan suhu dan ketinggian tempat kekurangan oksigen akan menyebabkan tumbuhan atau hewan air sulit untuk berkembang (Sholichin dkk., 2010);

e. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

*Biological Oxygen Demand* (BOD) adalah kebutuhan oksigen yang terlarut dalam air buangan yang dipergunakan untuk menguraikan senyawa organik dengan bantuan mikroorganisme pada kondisi tertentu. Pada umumnya proses penguraian terjadi secara baik yaitu pada temperatur 20°C dan waktu 5 hari. Oleh karena itu satuannya biasanya dinyatakan dalam mg perliter atau kg, didalam air buangan terdapat zat organik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen dan oksigen dengan unsur tambahan yang lain seperti nitrogen, belerang dan lain-lain yang cenderung menyerap oksigen. Oksigen tersebut dipergunakan untuk menguraikan senyawa organik (Sutriati, 2011);

Parameter BOD merupakan salah satu parameter yang dilakukan dalam pemantauan parameter air, khususnya pencemaran bahan organik yang tidak mudah terurai. BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh respirasi

mikro aerob yang terdapat dalam botol BOD yang diinkubasi pada suhu sekitar 20 °C selama lima hari, dalam keadaan tanpa cahaya (Boyd, 1998)

f. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Limbah organik akan dioksidasi oleh kalium bichromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) sebagai sumber oksigen menjadi gas  $CO_2$  dan  $H_2O$  serta sejumlah ion krom. Nilai COD merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik (Shofyan dkk., 2011);

Kebutuhan oksigen kimiawi atau COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi secara biologis menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$  (Boyd, 1998). Keberadaan bahan organik dapat berasal dari alam ataupun dari aktivitas rumah tangga dan industri. Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan petanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 29 mg/liter. Sedangkan pada perairan yang tercemar dapat lebih dari 200 mg/liter pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/liter (UNISCO/WHO/UNEP. 1992).

g. *Total Coliform*

Bakteri coliform merupakan golongan mikroorganisme yang lazim digunakan sebagai indikator, di mana bakteri ini dapat menjadi sinyal untuk menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak. Berdasarkan penelitian, bakteri coliform ini menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker. Selain itu, bakteri pembusuk ini juga memproduksi bermacam-macam racun seperti indol dan skatol yang dapat menimbulkan penyakit bila jumlahnya berlebih di dalam tubuh. Bakteri coliform dapat digunakan sebagai indikator karena densitasnya berbanding lurus dengan tingkat pencemaran air. Bakteri ini dapat mendeteksi patogen pada air seperti virus, protozoa, dan parasit. Selain itu, bakteri ini juga memiliki daya tahan yang lebih tinggi daripada patogen serta lebih mudah diisolasi dan ditumbuhkan. Pencemaran air yang disebabkan oleh kontaminasi limbah toilet (*fecal contamination*) merupakan permasalahan yang cukup serius, dikarenakan adanya potensi penularan penyakit oleh patogen (organisme penyebab penyakit). Seringkali konsentrasi patogen yang berasal dari kontaminasi limbah toilet terdapat dalam jumlah yang relatif kecil, namun demikian besar kemungkinan adanya

patogen lain yang terikut pada saat terjadi kontaminasi. Hal tersebut menyebabkan pengujian patogen dalam setiap sampel air yang diambil menjadi tidak praktis dan efisien. Pengamatan keberadaan patogen secara praktis dapat dilakukan dengan melakukan pengujian keberadaan organisme indikator pencemaran seperti bakteri *coliform*. Bakteri tersebut berasal dari sumber yang sama dengan organisme patogenik. Bakteri *coliform* cukup mudah diidentifikasi dan pada umumnya terdapat dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan patogen yang lebih berbahaya. Selain itu, karakteristik cara penanganan bakteri *coliform* di lingkungan, instalasi pengolahan limbah serta instalasi pengolahan air memiliki banyak kesamaan dengan banyak patogen. Oleh karena itu, pengujian keberadaan bakteri *coliform* merupakan metode yang rasional sebagai indikasi keberadaan bakteri patogen lain di lingkungan (Rahayu, 2010).

### **2.3 Kelas Mutu Air**

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menyebutkan bahwa klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas yaitu :

- a. Kelas Satu: Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas Dua: Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukkan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas Tiga: Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas Empat: Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukkan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

## 2.4 Pencemaran Air Sungai

Pencemaran air sungai dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu pencemaran sungai yang disebabkan oleh alam dan pencemaran sungai yang disebabkan oleh ulah manusia. Pencemaran sungai yang disebabkan oleh alam antara lain akibat desposisi asam, kebakaran hutan, meletusnya gunung berapi, serta endapan hasil erosi. Sementara pencemaran sungai yang disebabkan oleh ulah manusia terbagi menjadi beberapa sumber pencemaran, antara lain limbah industri, limbah pemukiman, limbah pertanian, limbah rumah sakit, dan limbah pertambangan. Berikut ini adalah penjelasan tentang pencemaran sungai yang disebabkan oleh alam dan pencemaran sungai yang disebabkan oleh ulah manusia :

### 1. Pencemaran Sungai yang Disebabkan oleh Alam

- a. *Desposisi Asam*, Kelebihan zat asam pada sungai akan mengakibatkan sedikitnya spesies yang bertahan. Jenis plankton dan invertebrata merupakan makhluk yang paling pertama mati akibat pengaruh pengasaman. Jika sungai memiliki pH dibawah 5, lebih dari 75 % dari spesies ikan akan hilang (Anonim, 2002). Ini disebabkan oleh pengaruh rantai makanan, yang secara signifikan berdampak pada keberlangsungan suatu ekosistem. Tidak semua sungai yang terkena hujan asam akan menjadi pengasaman, dimana telah ditemukan jenis batuan dan tanah yang dapat membantu menetralkan keasaman;
- b. *Kebakaran Hutan*, Kebakaran hutan memang tidak secara signifikan menyebabkan perubahan kualitas air di sungai, namun kebakaran hutan bisa menyebabkan terganggunya ekosistem makhluk hidup yang ada di sungai yang disebabkan faktor asap. Tebalnya asap menyebabkan matahari sulit untuk menembus dalamnya lautan. Pada akhirnya hal ini akan membuat beberapa spesies tumbuhan yang hidup di sungai menjadi sedikit terhalang untuk melakukan fotosintesa dan ikan-ikan sulit bernafas karena kandungan CO<sub>2</sub> yang berlebih;
- c. *Letusan Gunung Berapi*, letusan gunung berapi menyebabkan sungai atau danau tercemar karena bebatuan serta materi-materi yang terbawa dari gunung mengendap di sungai. Jika materi yang mengendap bervolume besar, maka hal ini menyebabkan ikan-ikan mati bila tertumpuk oleh bebatuan tersebut. Selain itu, materi-materi yang bervolume kecil menyebabkan sungai keruh dan mempengaruhi ekosistem di sungai;



- d. *Endapan Hasil Erosi*, Tebalnya lumpur yang terbawa erosi akan mengalami pengendapan di bagian hilir sungai. Ancaman yang muncul adalah meluapnya sungai bersangkutan akibat erosi yang terus menerus. Ketika air hujan tidak lagi memiliki penghalang dalam menahan lajunya maka ia akan membawa seluruh butir tanah yang ada di atasnya untuk masuk kedalam sungai-sungai yang ada. Akibatnya adalah sungai menjadi sedikit keruh. Hal ini akan terus berulang apabila ada hujan di atas gunung ataupun di hulu sungai sana.

## 2. Pencemaran Sungai yang Disebabkan oleh Ulah Manusia

### a. Limbah Industri

Limbah industri sangat potensial sebagai penyebab terjadinya pencemaran air sungai. Pada umumnya limbah industri mengandung limbah B3, yaitu bahan berbahaya dan beracun. Menurut PP 18 tahun 99 pasal 1, “ *Limbah B3 adalah sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang dapat mencemarkan atau merusak lingkungan hidup sehingga membahayakan kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan mahluk lainnya* ”. Karakteristik limbah B3 adalah korosi atau menyebabkan karat, mudah terbakar dan meledak, bersifat toksin atau beracun dan menyebabkan infeksi. Limbah industri yang berbahaya antara lain yang mengandung logam dan cairan asam. Misalnya limbah yang dihasilkan industri pelapisan logam, yang mengandung tembaga dan nikel serta cairan asam sianida, asam borat, asam kromat, asam nitrat dan asam fosfat. Limbah ini bersifat korosif, dapat mematikan tumbuhan dan hewan air. Pada manusia menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, mengganggu pernafasan dan menyebabkan kanker. Logam yang paling berbahaya dari limbah industri adalah merkuri atau yang dikenal juga sebagai air raksa (Hg) atau air perak. Limbah yang mengandung merkuri selain berasal dari industri logam juga berasal dari industri kosmetik, batu baterai, plastik dan sebagainya. Di Jepang antara tahun 1953- 1960, lebih dari 100 orang meninggal atau cacat karena mengkonsumsi ikan yang berasal dari Teluk Minamata. Teluk ini tercemar merkuri yang berasal dari sebuah pabrik plastik. Senyawa merkuri yang terlarut dalam air masuk melalui rantai makanan, yaitu mula-mula masuk ke dalam tubuh mikroorganisme yang kemudian dimakan yang dikonsumsi manusia. Bila merkuri masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pencernaan, dapat menyebabkan kerusakan akut pada ginjal

sedangkan pada anak-anak dapat menyebabkan *Pink Disease / Acrodynia*, alergi kulit dan *Disease / Mucocutaneous Lymph Node Syndrome*;

b. Limbah Pemukiman

Limbah pemukiman mengandung limbah domestik berupa sampah organik dan sampah anorganik serta deterjen. Sampah organik adalah sampah yang dapat diuraikan atau dibusukkan oleh bakteri. Contohnya sisa-sisa sayuran, buah-buahan, dan daun-daunan. Sedangkan sampah anorganik seperti kertas, plastik, gelas atau kaca, kain, kayu-kayuan, logam, karet, dan kulit. Sampah-sampah ini tidak dapat diuraikan oleh bakteri (*non biodegradable*). Sampah organik yang dibuang ke sungai menyebabkan berkurangnya jumlah oksigen terlarut, karena sebagian besar digunakan bakteri untuk proses pembusukannya. Apabila sampah anorganik yang dibuang ke sungai, cahaya matahari dapat terhalang dan menghambat proses fotosintesis dari tumbuhan air dan alga, yang menghasilkan oksigen. Tentunya anda pernah melihat permukaan air sungai atau danau yang ditutupi buih deterjen. Deterjen merupakan limbah pemukiman yang paling potensial mencemari air. Pada saat ini hampir setiap rumah tangga menggunakan deterjen, padahal limbah deterjen sangat sukar diuraikan oleh bakteri sehingga tetap aktif untuk jangka waktu yang lama. Penggunaan deterjen secara besar-besaran juga meningkatkan senyawa fosfat pada air sungai atau danau. Fosfat ini merangsang pertumbuhan ganggang dan enceng gondok. Pertumbuhan ganggang dan enceng gondok yang tidak terkendali menyebabkan permukaan air danau atau sungai tertutup sehingga menghalangi masuknya cahaya matahari dan mengakibatkan terhambatnya proses fotosintesis. Jika tumbuhan air ini mati, akan terjadi proses pembusukan yang menghabiskan persediaan oksigen dan pengendapan bahan-bahan yang menyebabkan pendangkalan;

c. Limbah Pertanian

Pupuk dan pestisida biasa digunakan para petani untuk merawat tanamannya. Namun pemakaian pupuk dan pestisida yang berlebihan dapat mencemari air. Limbah pupuk mengandung fosfat yang dapat merangsang pertumbuhan gulma air seperti ganggang dan enceng gondok. Pertumbuhan gulma air yang tidak terkendali ini menimbulkan dampak seperti yang diakibatkan pencemaran oleh deterjen. Limbah pertanian dapat mengandung polutan insektisida atau pupuk

organik. Insektisida dapat mematikan biota sungai. Jika biota sungai tidak mati kemudian dimakan hewan atau manusia orang yang memakannya akan keracunan. Untuk mencegahnya, upayakan agar memilih insektisida yang berspektrum sempit (khusus membunuh hewan sasaran) serta bersifat *biodegradabel* (dapat terurai oleh mikroba) dan melakukan penyemprotan sesuai dengan aturan. Jangan membuang sisa obat ke sungai. Sedangkan pupuk organik yang larut dalam air dapat menyuburkan lingkungan air (eutrofikasi). Karena air kaya nutrisi, ganggang dan tumbuhan air tumbuh subur (*blooming*). Hal yang demikian akan mengancam kelestarian bendungan. Bendungan akan cepat dangkal dan biota air akan mati karenanya. Selain itu penggunaan pupuk yang terus menerus dalam pertanian akan merusak struktur tanah, yang menyebabkan kesuburan tanah berkurang dan tidak dapat ditanami jenis tanaman tertentu karena unsur hara tanah semakin berkurang. Penggunaan pestisida bukan saja mematikan hama tanaman tetapi juga mikroorganisme yang berguna di dalam tanah. Padahal kesuburan tanah tergantung pada jumlah organisme di dalamnya. Sedangkan penggunaan pestisida yang terus menerus akan mengakibatkan hama tanaman kebal terhadap pestisida tersebut.

## **2.5 Penentuan Daya Tampung Beban Pencemar Dengan Metode Neraca Massa**

Beban pencemaran sungai adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air sungai. Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001, daya tampung beban pencemaran adalah kemampuan air pada suatu sumber air untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi tercemar. Beban pencemaran ini merupakan daya tampung beban pencemaran bagi air penerima yang telah ditetapkan peruntukannya. Sungai adalah salah satu sumber air permukaan yang rentan terhadap pencemaran. Pencemaran. Beban pencemaran sungai dihitung berdasarkan besarnya konsentrasi masing-masing unsur pencemar dan debit air sungai. Perhitungan daya tampung beban pencemaran diperlukan untuk mengendalikan zat pencemar yang berasal dari berbagai sumber pencemar yang masuk ke dalam sumber air dengan mempertimbangkan kondisi intrinsik sumber air dan baku mutu air yang ditetapkan.

Perhitungan daya tampung beban pencemaran sungai dapat dilakukan dengan Metode Neraca Massa berikut (KLH, 2003):

$$CR = \frac{\sum C_i Q_i}{\sum Q_i} = \frac{\sum M_i}{\sum Q_i} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana:

CR = Konsentrasi rata-rata aliran gabungan ( $\text{mgL}^{-1}$ )

$C_i$  = Konsentrasi konstituen pada aliran ke-i ( $\text{mgL}^{-1}$ )

$Q_i$  = Debit aliran ke-i ( $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ )

$M_i$  = Massa konstituen pada aliran ke-i ( $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ )

## 2.6 Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Indeks Pencemaran

Menurut KLH (2003), status mutu air adalah kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan terhadap baku mutu air yang ditetapkan. Banyak cara dalam melakukan penilaian status mutu air pada suatu sumber air, salah satunya Metode Indeks Pencemaran.

Definisi dari Indeks Pencemaran adalah apabila  $L_{ij}$  menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air (j), dan  $C_i$  menyatakan konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari suatu badan air, maka  $P_{ij}$  adalah Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j) yang merupakan fungsi dari  $C_i/L_{ij}$ . Tiap nilai  $C_i/L_{ij}$  menunjukkan pencemaran relatif yang diakibatkan oleh parameter kualitas air, nisbah ini tidak mempunyai satuan. Nilai  $C_i/L_{ij} = 1,0$  adalah nilai yang kritis, karena nilai ini diharapkan untuk dipenuhi bagi suatu Baku Mutu Peruntukan Air. Jika  $C_i/L_{ij} > 1,0$  untuk suatu parameter, maka konsentrasi parameter ini harus dikurangi atau disisihkan, kalau badan air tersebut digunakan untuk peruntukan (j). Jika parameter ini adalah parameter yang bermakna bagi peruntukan, maka pengolahan mutlak harus dilakukan bagi air itu.

Perhitungan Metode IP menggunakan berbagai parameter kualitas air maka pada penggunaannya dibutuhkan nilai rerata dari keseluruhan nilai  $C_i/L_{ij}$  sebagai tolak ukur pencemaran, tetapi nilai ini tidak akan bermakna jika salah satu nilai  $C_i/L_{ij}$  bernilai  $>1$ . Jadi indeks ini harus mencakup nilai  $C_i/L_{ij}$  yang maksimum. Sungai akan semakin tercemar untuk suatu peruntukan (j) jika nilai  $(C_i/L_{ij})_R$  atau  $(C_i/L_{ij})_M$  adalah

lebih besar dari 1,0. Jika nilai  $(Ci/Lij)_M$  dan atau nilai  $(Ci/Lij)_R$  makin besar, maka tingkat pencemaran suatu badan air akan semakin besar pula. Rumus Metode Indeks Pencemaran yaitu (KepmenLH, 2003):

$$P_{ij} = \sqrt{\frac{\left(\frac{Ci}{Lij}\right)_M^2 + \left(\frac{Ci}{Lij}\right)_R^2}{2}} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

$Lij$  = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukkan air (j)

$Ci$  = Konsentrasi parameter kualitas air di lapangan

$P_{ij}$  = Indeks pencemaran bagi peruntukkan (j)

$(Ci/Lij)_M$  = Nilai  $Ci/Lij$  maksimum

$(Ci/Lij)_R$  = Nilai  $Ci/Lij$  rata-rata

Metode Indeks Pencemar dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat tidaknya suatu perairan dipakai untuk peruntukan tertentu dengan nilai parameter-parameter tertentu. Hubungan antara nilai Indeks Pencemaran Dengan Mutu Perairan dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

**Tabel 2.2** Hubungan Nilai Indeks Pencemaran dengan Status Mutu Perairan

Nilai IP	Status Mutu
$0 \leq IP \leq 1.0$	Kondisi Baik
$1.0 \leq IP \leq 5.0$	Cemar Ringan
$5.0 \leq IP \leq 10.0$	Cemar Sedang
$IP \geq 10.0$	Cemar Berat

*Sumber: KLH No. 115 Tahun 2003*